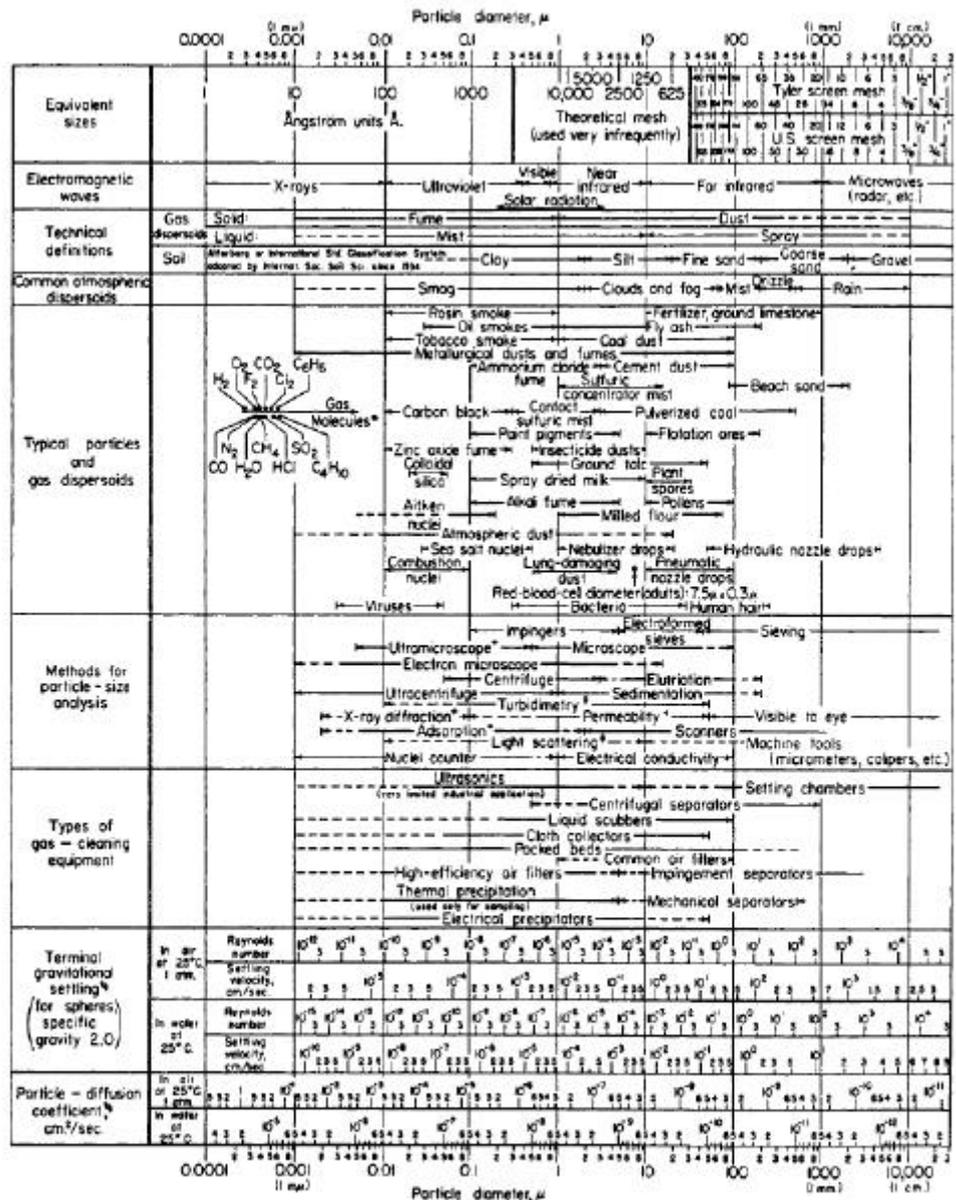


Particelle e dispersioni



^a Molecular diameters calculated from viscosity data at 0°C.
^b Furnishes average particle diameter but no size distribution.
^c Size distribution may be obtained by special calibration.
^d Stokes-Cunningham factor included in values given for air but not included for water.

FIG. 17-34 Characteristics of particles and particle dispersoids. (Courtesy of the Stanford Research Institute; prepared by C. E. Lyall.)

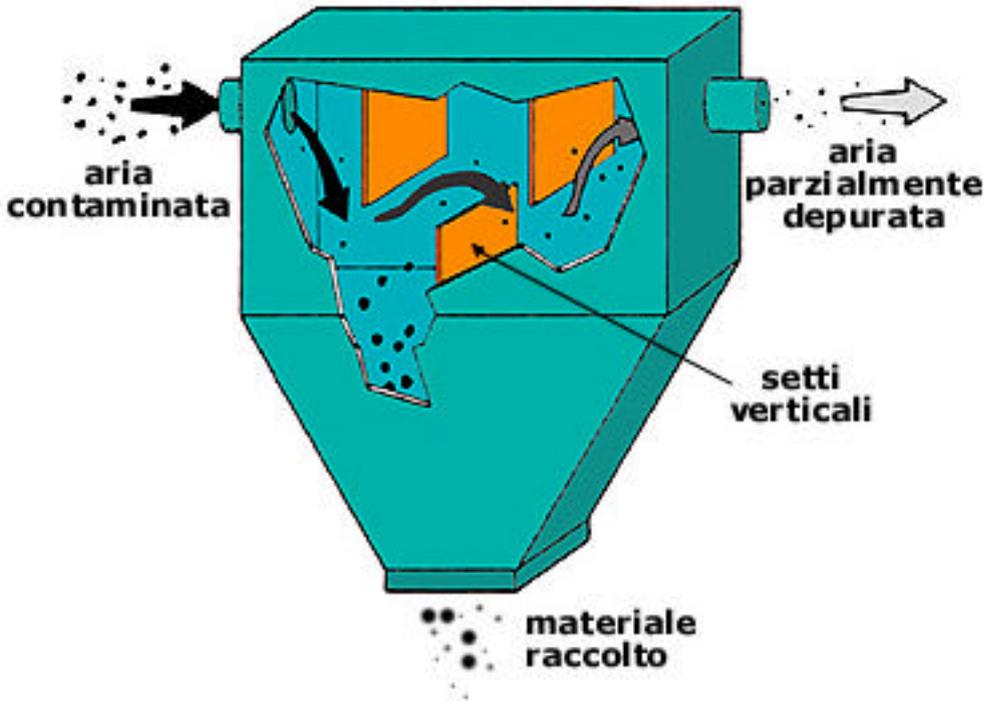
Separatori Centrifughi

Cicloni



- Un ciclone è essenzialmente una camera di sedimentazione in cui alla accelerazione di gravità viene sostituita l'accelerazione centrifuga.
- I cicloni sono i dispositivi più diffusi per l'abbattimento di particelle solide e/o liquide da una corrente gassosa
- Dispositivi convenzionali operano con efficienza apprezzabile su particelle di diametro superiore ai $5 \mu\text{m}$.
- Per particelle al di sopra dei $200 \mu\text{m}$ l'utilizzo dei cicloni, per quanto possibile, non risulta vantaggioso.

Camere di Sedimentazione



Cycloni

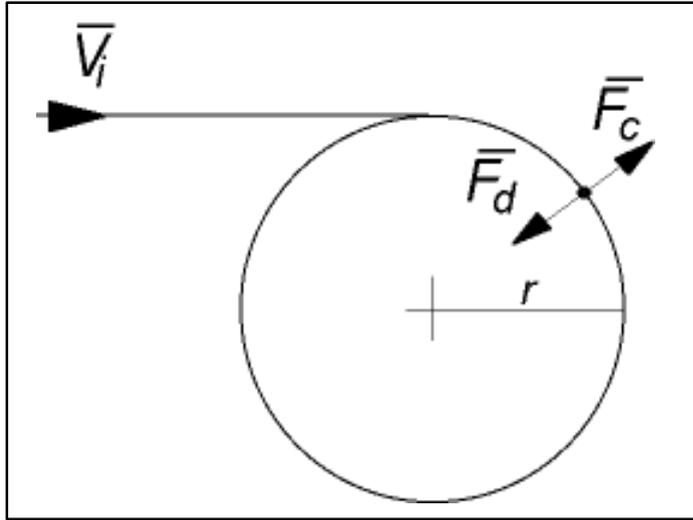


Confronto tra le forze agenti sulla generica particella nei due dispositivi:

posto: $\overline{F}_{camera} = \overline{F}$

$$\overline{F}_{ciclone} = (5 \div 2500) * \overline{F}$$

Bilancio delle forze agenti sulla particella



Forza centrifuga

$$F_c = m_p \frac{V_t^2}{r}$$

⋮

$$F_c = \frac{\rho}{6} d_p^3 \mathbf{r}_p \frac{V_i^2}{r}$$

F_c = forza centrifuga

F_d = forza di drag

\mathbf{r}_p = densità particella

m_p = massa particella

d_p = diametro particella

\mathbf{m} = viscosità del gas

r = raggio della traiettoria

V_i = velocità di ingresso

V_t = velocità tangenziale

V_r = velocità radiale

D_c = diametro del ciclone

D_e = diametro del condotto di scarico gas trattato

Forza di trascinamento

$$F_d = 3\mathbf{p}\mathbf{m}V_r d_p$$

$$F_c = F_d$$

⋮

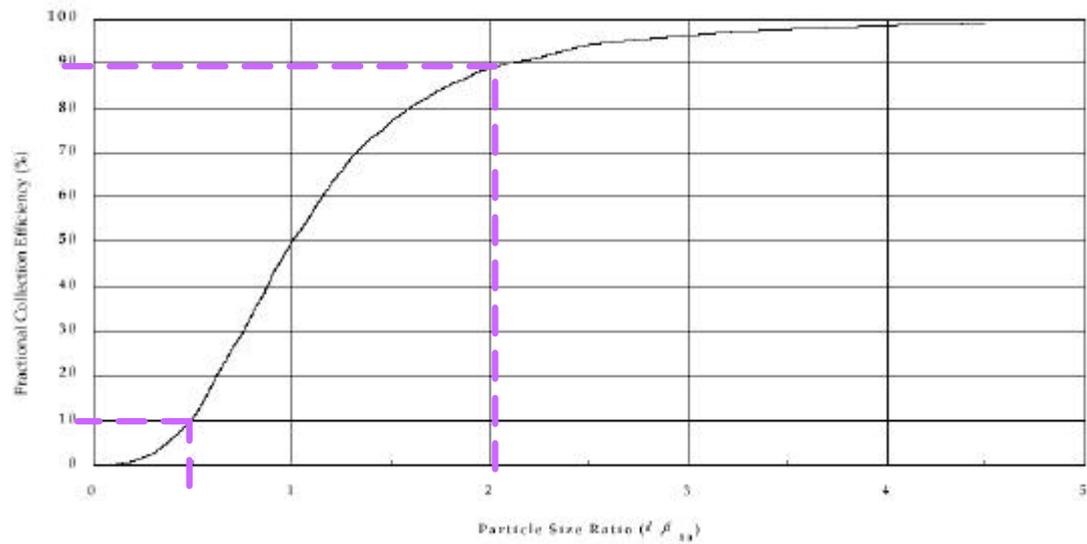
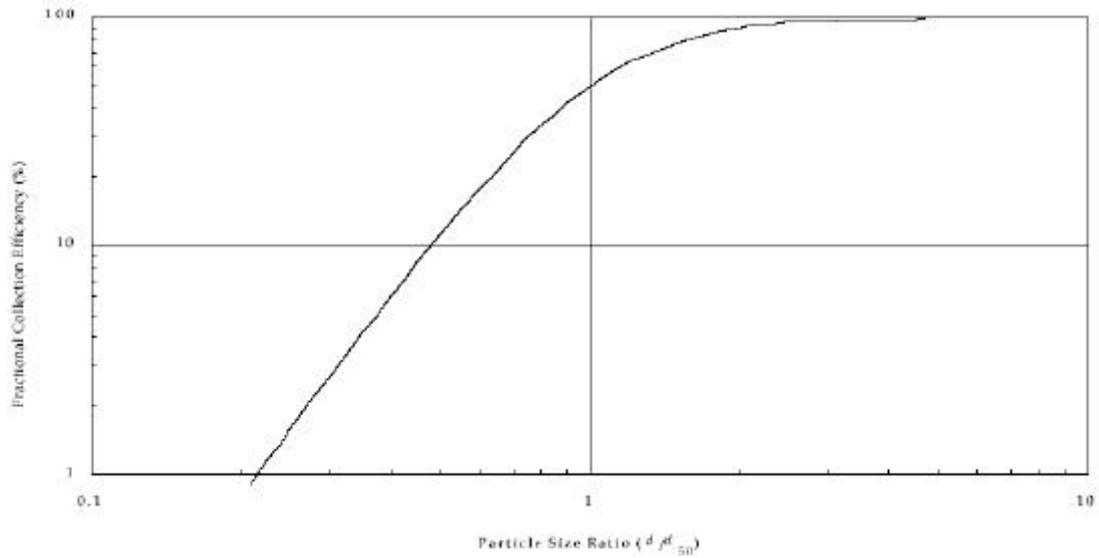
$$r = \frac{\mathbf{r}_p V_i^2 d_p}{18\mathbf{m}V_r}$$

$$r > \frac{D_c}{2}$$

Particella separata dalla corrente gassosa

$$r < \frac{D_e}{2}$$

Particella espulsa con la corrente gassosa



Curve tipiche di efficienza di un ciclone

Ciclone Convenzionale a doppio flusso inverso

Profili di Pressione

Rappresentazione qualitativa del campo si moto

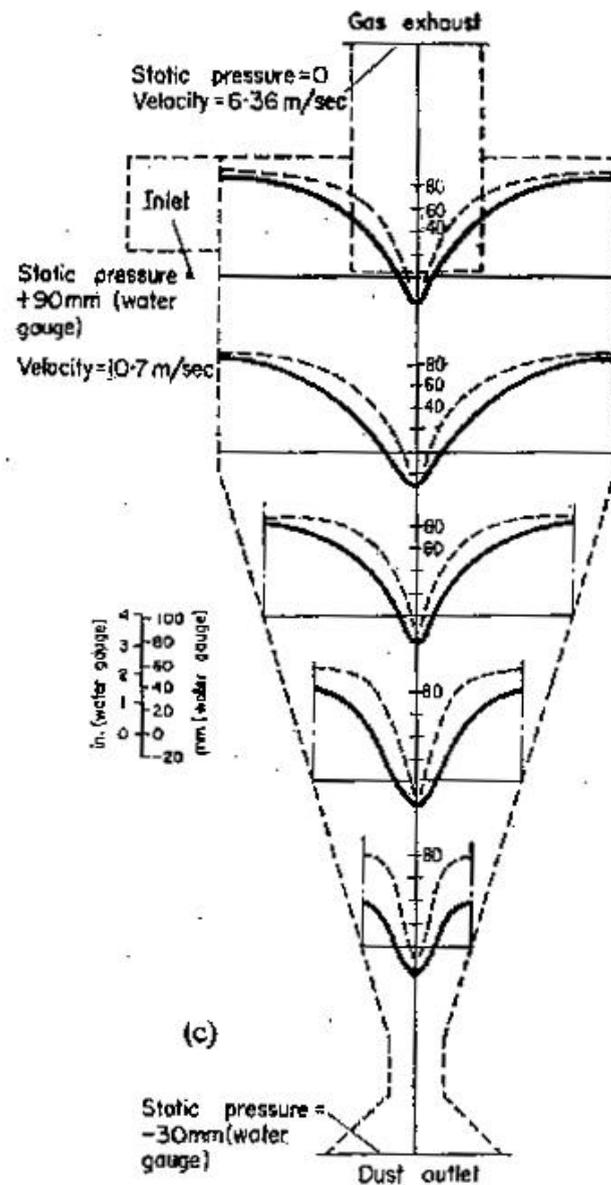
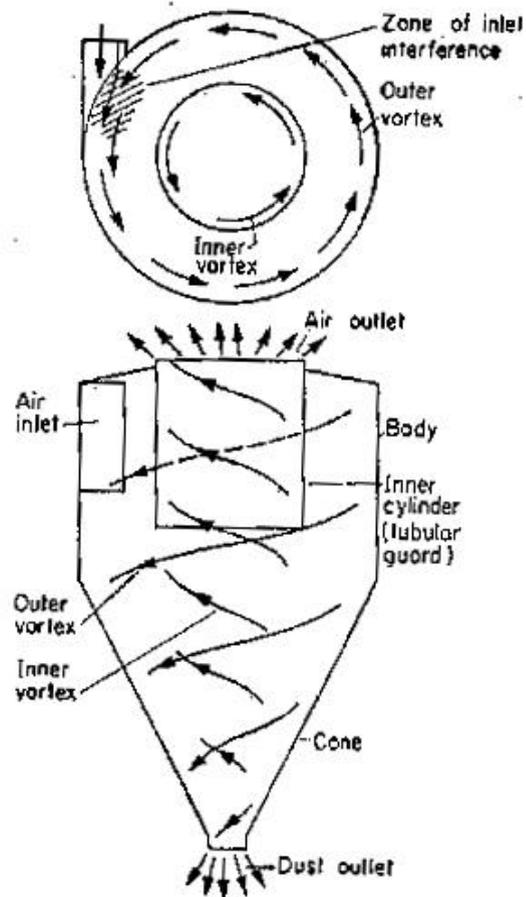
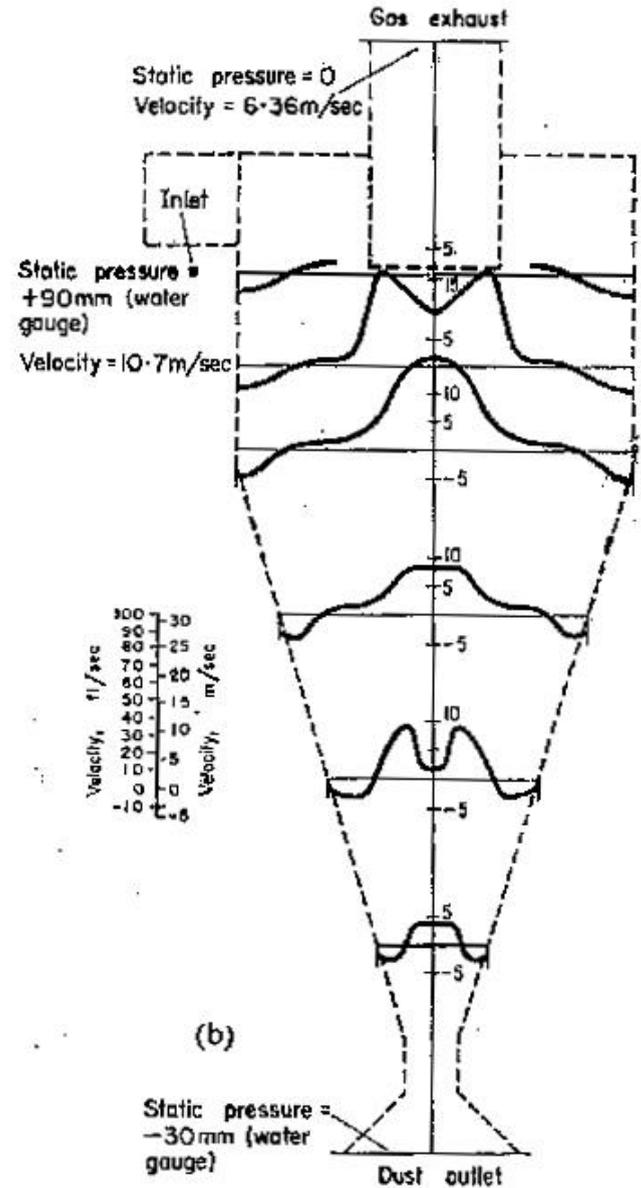
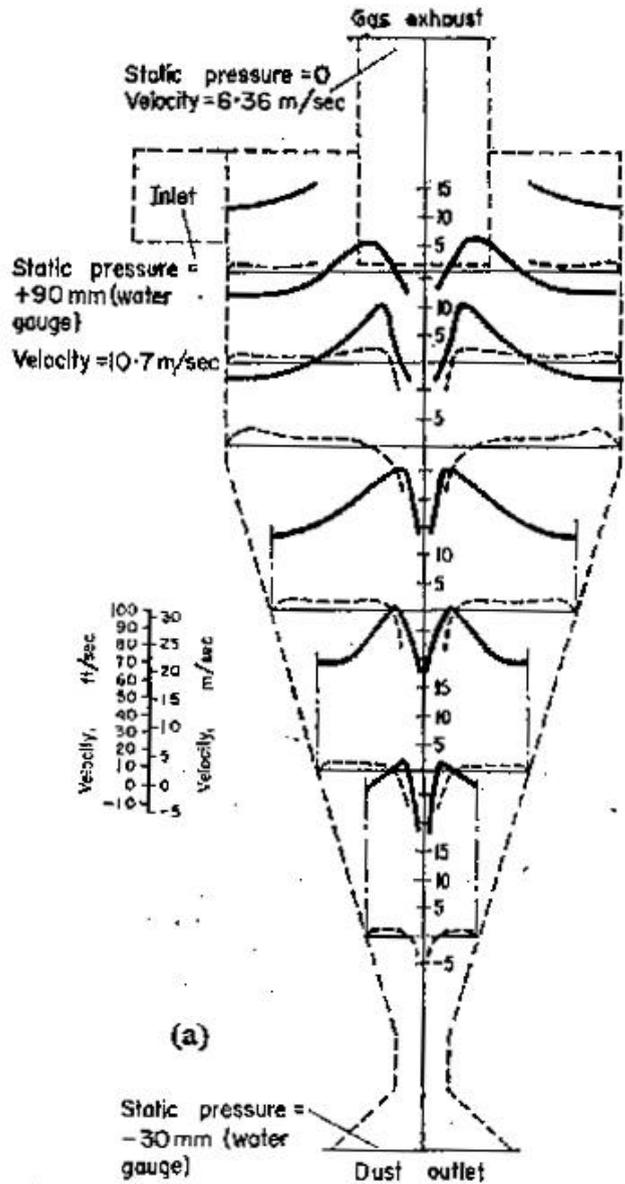


FIG. 6.6. Flow pattern in a conventional, reverse flow cyclone.⁶

Profili di velocità tangenziale e radiale

Profili di velocità assiale



Proporzionamento di cicloni a doppio flusso inverso al variare della tipologia

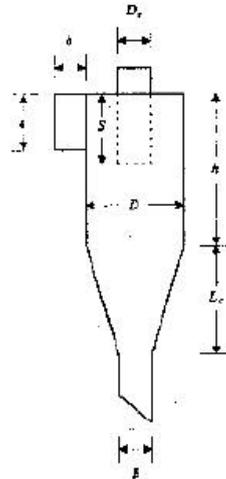


Figure 5.1-8. Standard Dimensions of a Cyclone (Reference 6).

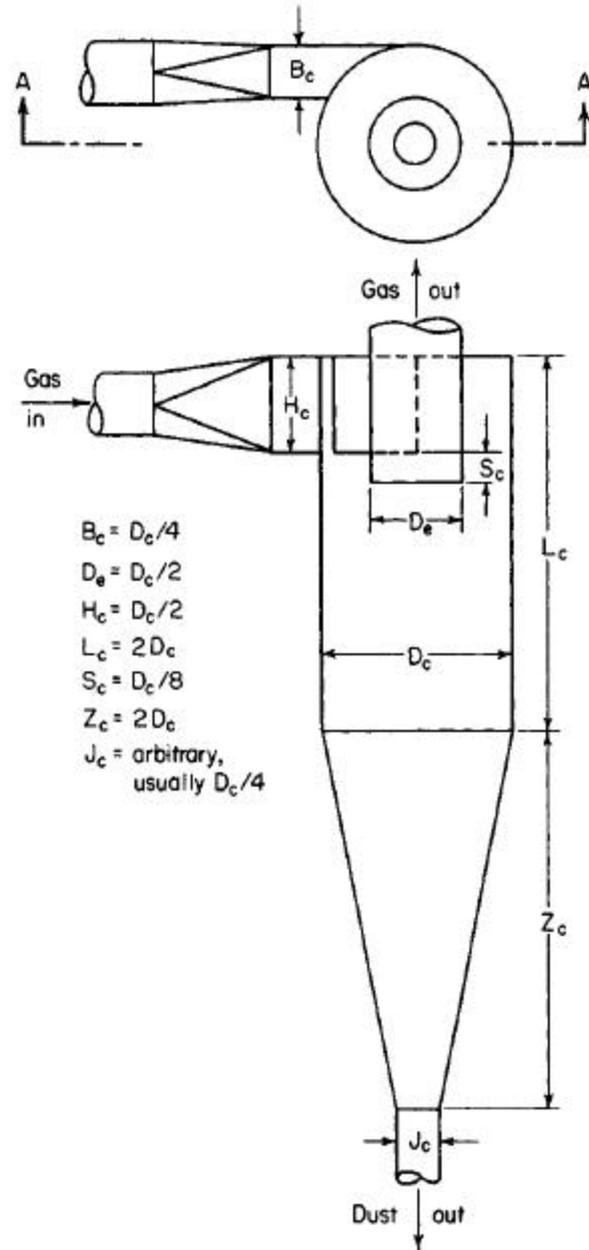
Table 5.1-1 Characteristics of Common Cyclones

| Cyclone Dimension | Cyclone Type | | | | | |
|-----------------------------|-----------------|------|--------------|-----------------|-------|------|
| | High Efficiency | | Conventional | High Throughput | | |
| | (I) | (II) | (III) | (IV) | (V) | (VI) |
| Body Diameter, D/D | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 | 1.0 |
| Inlet Height, a/D | 0.5 | 0.44 | 0.5 | 0.5 | 0.75 | 0.8 |
| Inlet Width, b/D | 0.2 | 0.21 | 0.25 | 0.25 | 0.375 | 0.35 |
| Gas Exit Diameter, D_r/D | 0.5 | 0.4 | 0.5 | 0.5 | 0.75 | 0.75 |
| Vortex Finder Length, S/D | 0.5 | 0.5 | 0.625 | 0.6 | 0.875 | 0.85 |
| Body Length, h/D | 1.5 | 1.4 | 2.0 | 1.75 | 1.5 | 1.7 |
| Cone Length, L_c/D | 2.5 | 2.5 | 2.0 | 2.0 | 2.5 | 2.0 |
| Dust Outlet Diameter, B/D | 0.375 | 0.4 | 0.25 | 0.4 | 0.375 | 0.4 |

Note: The various cyclone designs correspond to the following literature references: cyclone I and V from Reference 7, cyclones II, IV, and VI from Reference 8,

Ciclone Convenzionale a doppio flusso inverso

| | |
|------------------|-------|
| D_c , m | 1÷10 |
| ΔP , kPa | 0,5÷1 |
| v_i , m/s | 10÷40 |
| T_{max} , °C | 1000 |



Determinazione dell'Efficienza Globale del Ciclone*

Metodo del diametro di cut

DATI

- Dimensioni del ciclone (larghezza condotto di ingresso B_c).
- Caratteristiche della corrente gassosa da trattare (velocità di ingresso, V_i ; tipo di gas, concentrazione del particolato).
- Tipologia del particolato (densità media, classificazione secondo Geldart).
- Distribuzione granulometrica del particolato (percentuale in peso per ogni intervallo di diametro).

Determinare il diametro di cut $d_{p,th} = \sqrt{\frac{9m_g B_c}{\rho N_s V_i (r_p - r_g)}}$ N_s dal diagramma: 1

Determinare l'efficienza di separazione relativa alla particella singola per le varie classi dimensionali del particolato dal diagramma: 2

Determinare la classe di Geldart del particolato mediante il diagramma: 3

Correggere le efficienze di separazione per la concentrazione delle polveri presenti nella corrente gassosa utilizzando quello opportuno tra i diagrammi: 4

Calcolare l'efficienza globale del ciclone mediante la relazione: $h_T = \sum_{i=1}^m h_i W_i$

*... ..

1

Curva del numero di spirali percorse dal gas all'interno del ciclone

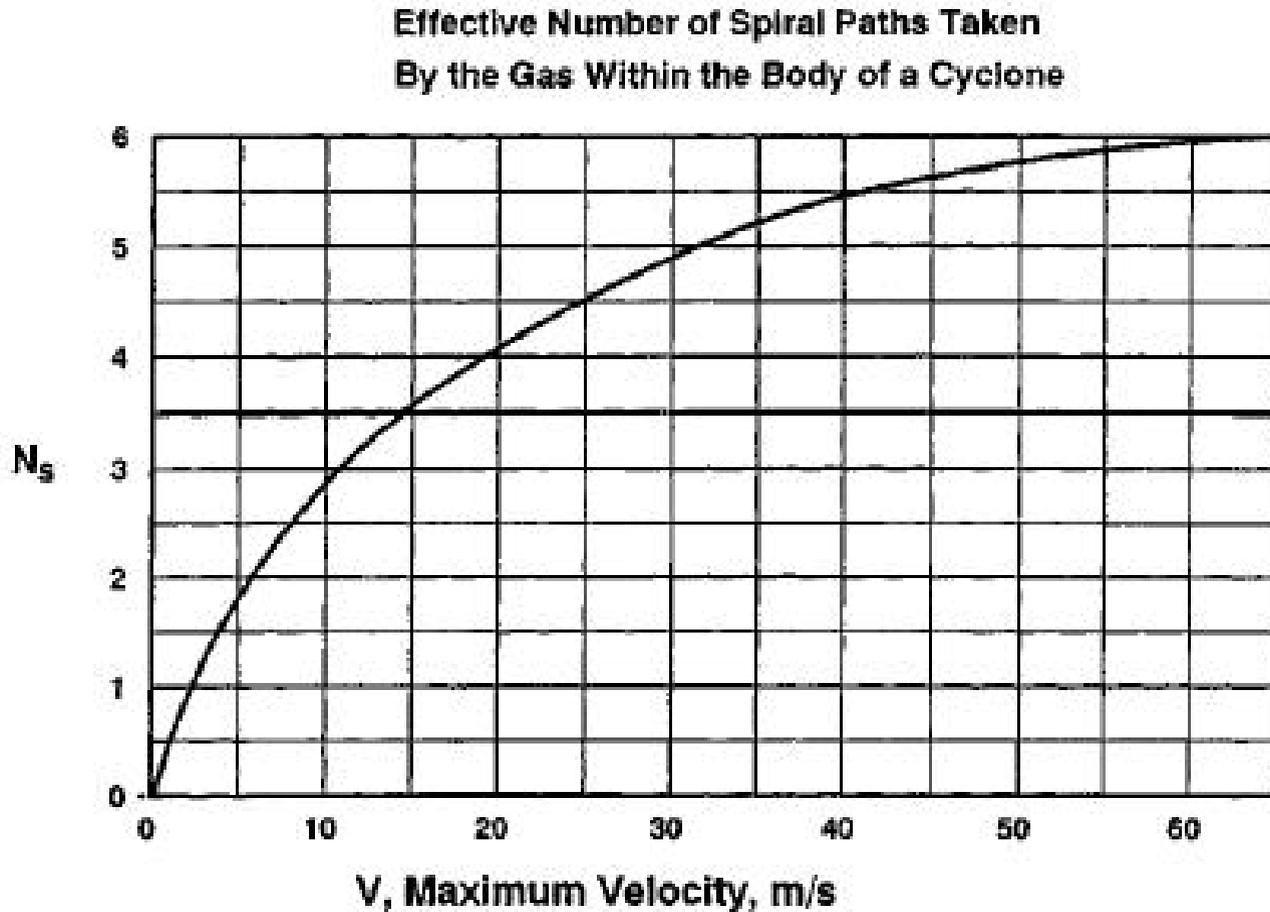


FIG. 17-38 N_s versus velocity—where the larger of either the inlet or outlet velocity is used.

2

Curva di efficienza di separazione per la particella singola:

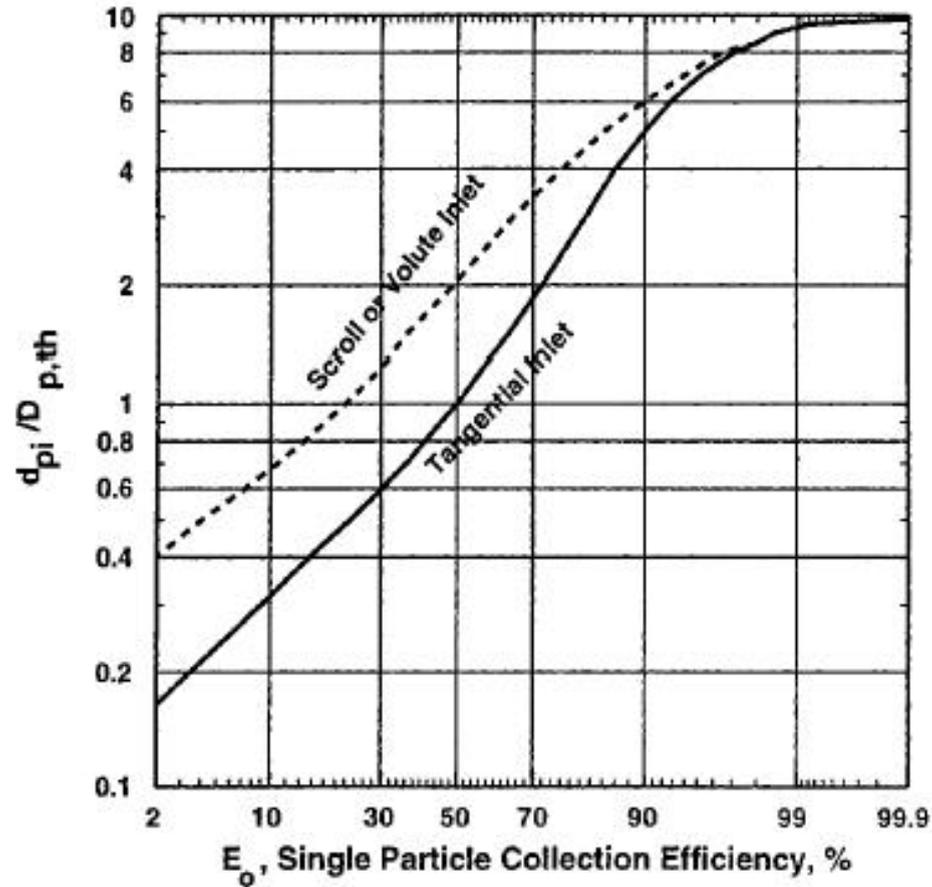


FIG. 17-39 Single particle collection efficiency curve. (Courtesy of PSRI, Chicago.)

Classificazione delle polveri secondo Geldart:

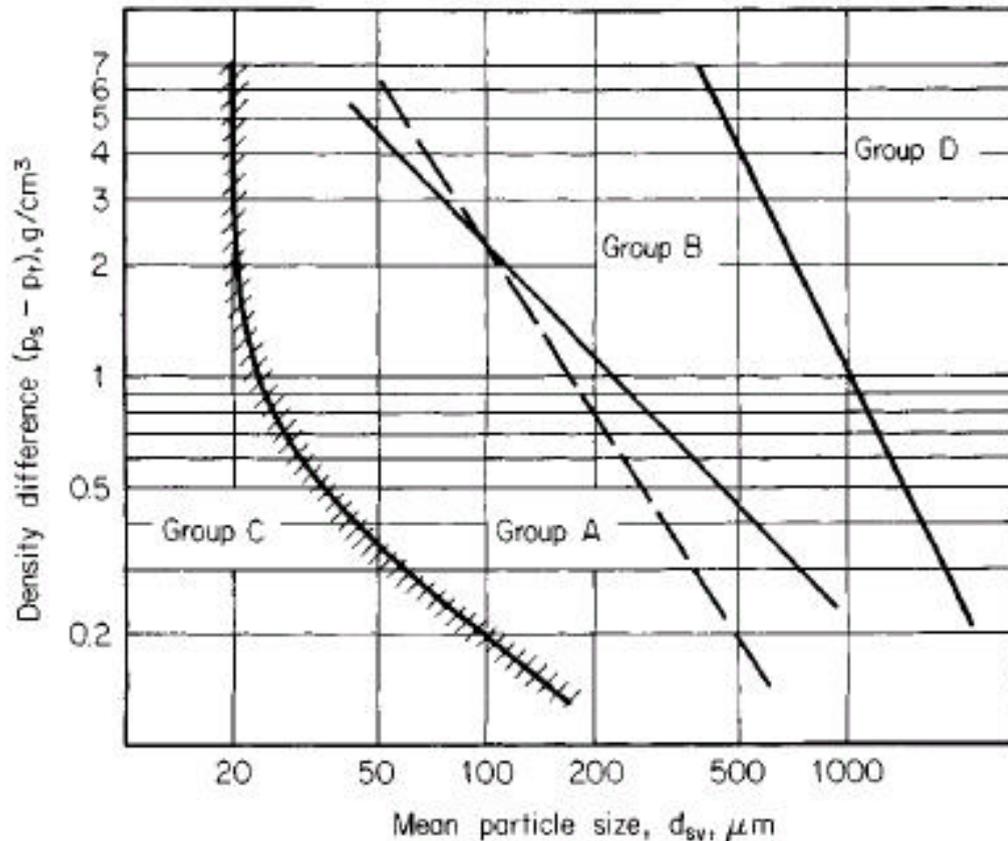


FIG. 17-1 Powder-classification diagram for fluidization by air (ambient conditions). [From Geldart, *Powder Technol.*, 7, 285–292 (1973).]

Gruppo C (Cohesive):
Polveri fini e /o coesive

Gruppo A (aeratable):
Polveri con particelle piccole ($d_p < 20 \mu\text{m}$) e bassa densità

Gruppo B (sandlike):
Polveri con particelle grandi ($40 \mu\text{m} < d_p < 500 \mu\text{m}$) e densità medio alta.

Gruppo D (spoutable):
Polveri con particelle molto grandi e/o densità alta.

Curve di efficienza di separazione al variare della concentrazione del particolato

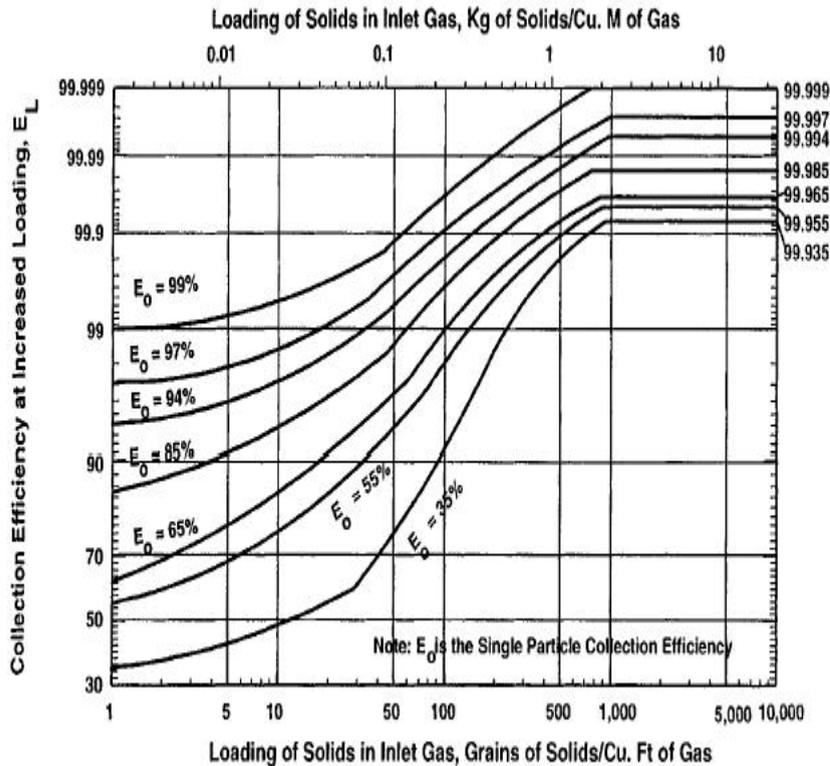


FIG. 17-40 Effect of inlet loading on collection efficiency for Geldart Group A and Group C particles. (Courtesy of PSRI, Chicago.)

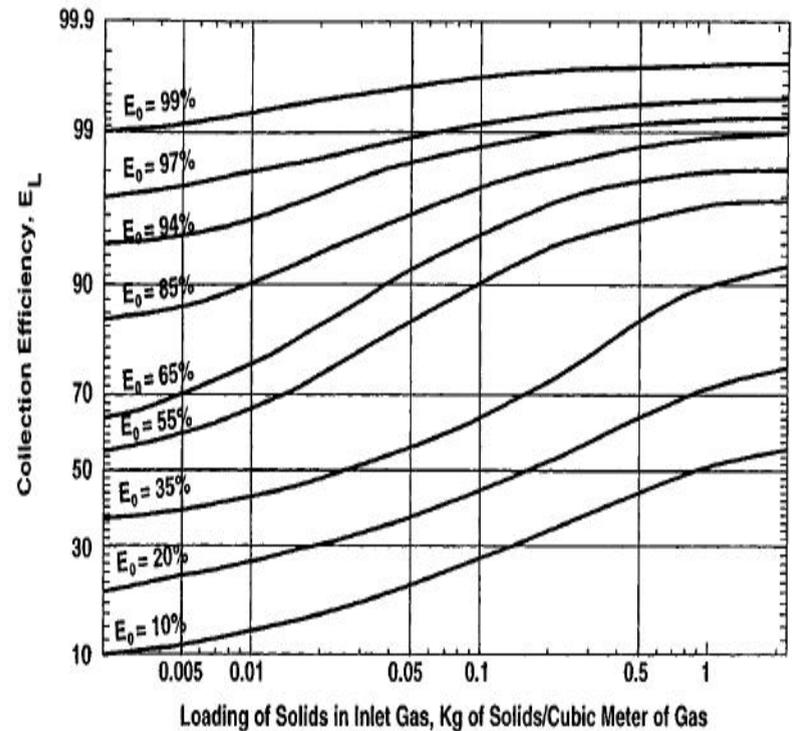
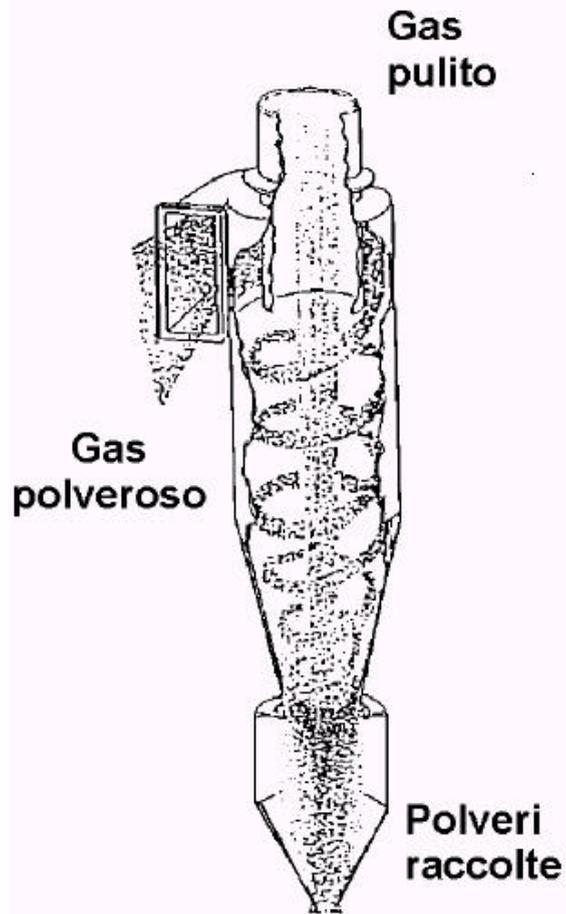


FIG. 17-41 Effect of inlet loading on collection efficiency (Geldart Group B and Group D) particles. (Courtesy of PSRI, Chicago.)

Sistema ad elemento singolo



Multiciclone

